

BIOGAS SEBAGAI PENGGANTI MINYAK TANAH DAN KAYU BAKAR UNTUK BAHAN BAKAR ALTERNATIF RUMAH TANGGA

THE UTILIZATION OF BIOGAS AS A SUBTITUTE FOR KEROSENE AND FIREWOOD AS A HOUSEHOLD ALTERNATIVE ENERGY

Nanang Mudjito¹ dan Sutriyono²

¹Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang

²Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Malang

***e-mail: sugian2@yahoo.com**

Abstract

Main problem about study of biogas exploitation for domestic alternative fuel is related to economic value which is directly felt by consumer society. Target of this study is to assist society, mostly of their resident look after ox livestock, in order to exploit potency of livestock dirt to be processed become main fuel becoming domestic requirement. Study of biogas exploitation conducted by compared calor value yielded from three digester that is digester from HILINK UNMER program, Department of Agriculture and Self-Supporting Socialize. Then compared calor value between biogas, kerosene, and firewood. Based the result of economics calor value examination, results that biogas calor is higher if compared with kerosene and firewood. Based on economic calculation results, the consuming of biogas as a main fuel, is more able to thrift economize budget compared than that kerosene and firewood fuel

Keywords: biogas, digester, firewood, fuel, kerosene

1. PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan nasional yang dihadapi dan dicarikan jalan keluarnya pada saat ini adalah masalah energi, baik untuk keperluan rumah tangga, maupun industri transportasi (Ditjen PPHP, 2006). Pengembangan teknologi biogas dengan memanfaatkan kotoran ternak terbukti layak secara teknis maupun ekonomis. Upaya ini diharapkan dapat mendukung kemandirian energi skala kecil seperti kebutuhan bahan bakar keluarga (Satriyo, 2007).

Pemenuhan keperluan energi rumah tangga khususnya di dusun Toyomerto, Kota Batu, adalah upaya yang sistematis dan konkrit untuk memanfaatkan kotoran ternak menjadi biogas dan pupuk. Biogas digunakan untuk bahan utama rumah tangga dan pupuk organik sebagai produk ikutan (Mudjito, 2007).

Biogas merupakan campuran gas dari biomassa yang dihasilkan dengan mendayagunakan bakteri melalui proses fermentasi bahan bakar organik dalam keadaan tanpa oksigen (anaerob). Dalam keadaan hangat, basah, dan kurang udara bakteri akan mencerna bahan organik dan menghasilkan gas metana yang mudah terbakar (Wariyanto, 2007).

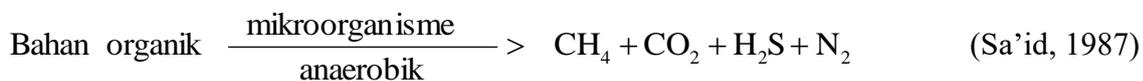
Penggunaan energi biomassa diharapkan dapat mengurangi emisi CO₂ di atmosfer. Demikian juga tentang pengolahan limbah kotoran ternak akan bermanfaat pada kebersihan dan mengurangi dampak pencemaran terhadap lingkungan pemukiman (Moertini, 2002). Energi baru dan terbarukan lainnya, seperti energi surya, tenaga angin, air dan yang lainnya sudah dimanfaatkan lebih dari 5%, sedangkan biofuel ditargetkan lebih dari 5%. Dengan demikian peluang biogas sebagai pengganti bahan bakar fosil sangat besar

(Silaban, 2007). Gas metana yang ada dalam biogas merupakan sumber energi terbarukan yang ditujukan untuk mengantisipasi kenaikan harga bahan bakar minyak.

Menurut paparan di atas, biogas dapat menjadi bahan bakar alternatif yang perlu dikembangkan, dikaji dan ditingkatkan guna menggali potensi bahan baku dan teknologinya. Selain itu juga untuk menggali potensi ekonomis dan analisis dampak lingkungannya.

Biogas

Biogas adalah campuran gas dari biomassa yang diuraikan oleh bakteri melalui proses



Proses pembentukan biogas dilakukan dalam *digester* yang berupa konstruksi beton dan dibangun dalam tanah agar kondisi anaerob selama proses pengoperasiannya. Sistem pengisian dilakukan secara kontinyu. Tabung *digester* yang berfungsi sebagai fermentor kotoran ternak, menghasilkan tiga macam produk yaitu biogas, lumpur padat dan limbah cair.

Teknik Pembuatan Biogas

Proses pembentukan biogas di dalam *digester* model kontinyu melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

a. Menampung kotoran sapi yang dilakukan di bak penampungan sementara

Kotoran sapi dari kandang yang bercampur dengan air cucian kandang ditampung di dalam bak penampungan sementara. Bak ini berfungsi untuk menghomogenkan bahan baku pembuatan biogas. Kotoran sapi yang masih menggumpal dihancurkan dan diaduk dengan perbandingan air dan kotoran sapi adalah 1:2. Pengadukan harus dilakukan secara merata sehingga bentuknya menjadi lumpur kotoran sapi. Bentuk lumpur seperti ini akan mempermudah proses pengisian *digester*. Selain itu kotoran sapi yang berbentuk lumpur sangat menguntungkan

fermentasi bahan organik dalam keadaan tanpa oksigen (anaerob) (Sa'id, 1987).

Kotoran ternak sapi menjadi salah satu sumber limbah jika tidak dimanfaatkan untuk pupuk di pertanian. Kotoran sapi yang diolah dapat menjadi bahan bakar terbarukan, karena kotoran sapi mengandung bahan organik dan bakteri metanogen yang sangat baik untuk bahan baku biogas. Komposisi gas yang dihasilkan meliputi gas metana (CH₄), karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), nitrogen (N₂), oksigen (O₂) dan hidrogen sulfida (H₂S). Keseluruhan reaksi pembentukan biogas dinyatakan sebagai berikut:

karena dapat menghindari terbentuknya kerak di dalam *digester* yang bisa menghambat pembentukan biogas.

b. Mengalirkan Kotoran Sapi ke *Digester*

Lumpur kotoran sapi dialirkan ke *digester* melalui pipa *inlet*. Pada pengisian pertama, kran pengeluaran gas yang ada di puncak kubah sebaiknya tidak disambungkan dulu ke pipa. Kran tersebut dibuka agar udara dalam *digester* terdesak keluar sehingga proses pemasukan lumpur kotoran sapi akan lebih mudah.

c. Menambah *starter*

Pada pemasukan pertama diperlukan lumpur kotoran sapi dalam jumlah sampai lubang *digester* terisi penuh. Pada pengisian pertama perlu dilakukan penambahan *starter* guna mengaktifkan proses fermentasi oleh bakteri. *Starter* yang digunakan berupa *starter* komersial yang banyak dijual di pasar. *Starter* yang ditambahkan sebanyak 1 L. Kemudian ditambahkan rumen segar dari rumah potong hewan (RPH) sebanyak 5 karung untuk kapasitas *digester* sebesar 3,5-5,0 m³. Setelah *digester* penuh, kran pengatur gas yang ada di puncak kubah ditutup. Lubang pemasukan sementara ditutup agar tidak ada penambahan lumpur kotoran sapi.

d. Membuang gas yang pertama dihasilkan

Pada awal pengisian hingga hari ke-8, kran yang di atas kubah dibuka dan gasnya dibuang. Pembuangan gas ini disebabkan gas awal yang terbentuk didominasi oleh CO₂. Pada hari ke-10 hingga hari ke-14 pembentukan gas CH₄ semakin meningkat dan CO₂ menurun. Pada saat komposisi CH₄ 54% dan CO₂ 27% maka biogas akan menyala. Selanjutnya biogas dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terutama untuk memasak di dalam rumah tangga.

e. Memanfaatkan biogas yang sudah jadi

Pada hari ke-14 gas sudah mulai terbentuk dan bisa digunakan untuk menghidupkan nyala api pada kompor. Mulai hari ke-14 kita sudah dapat dihasilkan energi biogas yang selalu terbarukan. Biogas ini tidak berbau seperti bau kotoran sapi. Selanjutnya *digester* terus diisi lumpur kotoran sapi secara kontinyu sehingga dihasilkan biogas yang optimal. Selain menghasilkan biogas, proses pembuatan biogas juga menghasilkan sisa buangan lumpur yang bisa digunakan sebagai pupuk organik. Sisa buangan lumpur ini dapat dipisahkan menjadi bagian padatan dan cairan yang selanjutnya dapat dijadikan pupuk organik padat dan pupuk organik cair.

Nilai Ekonomis Biogas, untuk Bahan Bakar

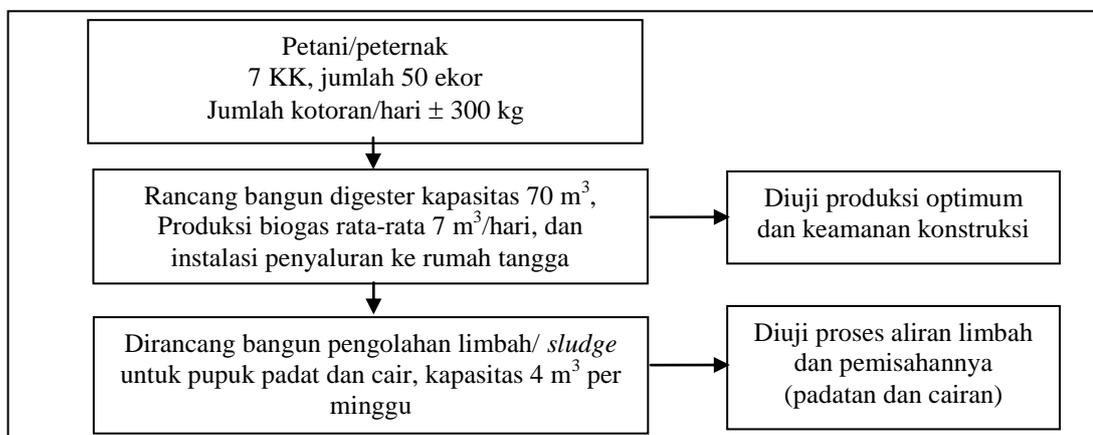
Investasi yang besar untuk membangun instalasi menjadi lebih murah jika dibanding-

kan dengan umur pemakaian *digester*, manfaat biogas, dan produk ikutan lainnya. Pembangunan instalasi biogas akan mengurangi dampak pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh kotoran ternak. Secara ekonomi berguna meringankan anggaran belanja harian karena sudah tidak membeli bahan bakar untuk rumah tangga.

Tujuan dari penelitian ini tentang biogas sebagai bahan bakar alternatif adalah: untuk mendapatkan perbandingan nilai kalor antara biogas, kayu bakar dan minyak tanah dari *digester* pembangkit yang sudah di manfaatkan di dusun Toyomerto Batu. Hal ini dikarenakan nilai kalor yang dihasilkan dari masing-masing bahan bakar akan menentukan penghematan biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan kebutuhan rumah tangga.

2. METODOLOGI

Penelitian tentang pemanfaatan kotoran sapi menjadi biogas dilaksanakan melalui 3 tahap. Tahap pertama, yaitu rancang bangun *digester*, pembangkit biogas dengan konstruksi datar di permukaan dengan instalasi pengolahan limbah padat dan cair. Tahap ke dua adalah pemanfaatan biogas untuk keperluan memasak di rumah tangga, jika dibandingkan dengan penggunaan kayu bakar. Tahap ketiga ialah pengembangan pengolahan limbah padat dan cair untuk dikemas menjadi pupuk padat dan cair. Alur proses pembangunan *digester* pembangkit biogas seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Pembangunan *Digester* Pembangkit Biogas

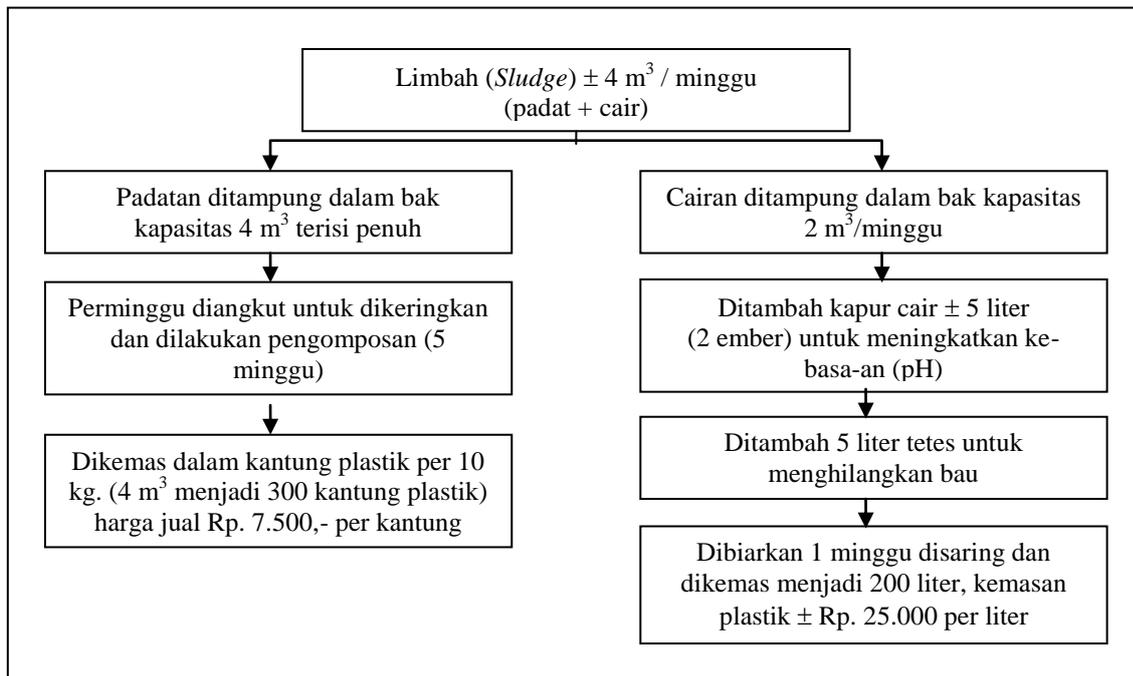
Manfaat Biogas Untuk Keperluan Rumah Tangga

Jumlah anggota keluarga terbanyak di kepala keluarga (KK) 1, yaitu lokasi rumah Paimo yang berjumlah 8 orang. Pemakaian kayu bakar rata-rata per 3 hari 60 kg (satu pikul). Jumlah anggota keluarga terkecil di KK 4, yaitu di rumah Asmari sebanyak 2 orang. Pemakaian kayu bakar rata-rata 60 kg per 10 hari. 7 KK tersebut, dalam 1 kelompok petani peternak dengan jumlah 50 ekor sapi

menghasilkan kotoran rata-rata 300 kg/hari ($\pm 0,8-1,2 \text{ m}^3$).

Pengembangan Pengolahan Limbah Padat dan Cair dari Biogas

Pengembangan pengolahan limbah padat dan cair dari produksi biogas disajikan seperti pada Gambar 2. Dari hasil pengolahan limbah padat dan cair dari biogas dapat menambah penghasilan masyarakat Dusun Toyomerto, kota Batu.



Gambar 2. Pengembangan Pengolahan Limbah Padat dan Cair dari Biogas

Tempat dan Lama Waktu Pengumpulan Data

Tempat penelitian di dusun Toyomerto Desa Pesanggrahan Kota Batu Malang Jawa Timur Sampel yang digunakan adalah biogas *digester* Hilink UNMER, *digester* Darji, dan *digester* Abdul Kadir. Lama waktu penelitian dilaksanakan pada tanggal 13 hingga 21 Februari 2007. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali di masing-masing lokasi, yaitu pada waktu pagi, siang, dan sore hari. Alat ukur yang digunakan adalah thermometer panas untuk mengetahui suhu pendidihan air dan stopwatch untuk mencatat lama waktu pendidihan.

Data dari hasil pengamatan diolah dengan menggunakan ANOVA, LSD, dan Duncan. 3.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

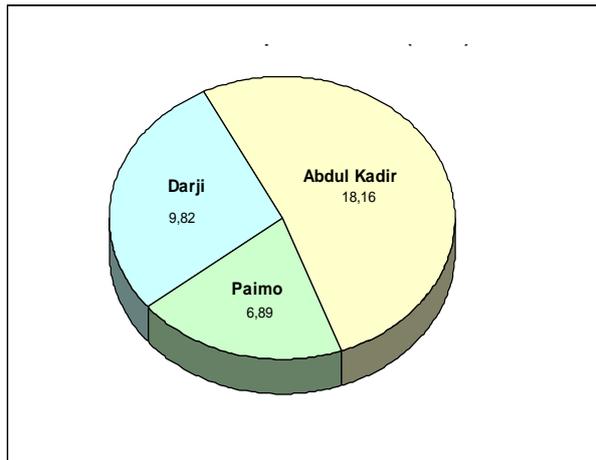
Hasil Uji Beda Pendidihan antara Penggunaan Bahan Bakar Biogas Hilink UNMER, Darji dan Abdul Kadir

Dari data hasil pengamatan ditabelkan seperti pada Tabel 1 dan ditampilkan pada Gambar 3.

Tabel 1. Perbedaan Waktu Pendidihan dari 3 Lokasi Berbeda

Paimo (Hilink)	Darji	Abdul Kadir
6,65	9,82	18,33
6,95	9,82	17,81
7,08	9,82	18,33

Dari 3 *digester* penghasil biogas, didapatkan bahwa waktu pendidihan tercepat, yaitu oleh bahan bakar biogas *digester* Hilink UNMER. Waktu pendidihan terlama dihasilkan oleh bahan bakar biogas dari *digester* Abdul Kadir. Perbedaan nilai kalor dari bahan bakar biogas tercepat dan paling lama sangat signifikan ($F_{hitung} > F_{tabel}$) dengan nilai 2215,172 > 5,143253.



Gambar 3. Grafik Waktu Pendidihan

Jadi nilai kalor bahan bakar biogas yang dihasilkan oleh *digester* Hilink UNMER lebih baik dibandingkan dengan *digester* Darji dan Abdul Kadir. Nilai kalor pendidihan dari bahan bakar biogas yang berasal dari *digester* hasil rancang bangun Hilink UNMER berbeda dengan yang berasal dari *digester* pembanding.

Nilai Kalor Biogas Hasil dari *Digester* Hilink UNMER di Toyomerto

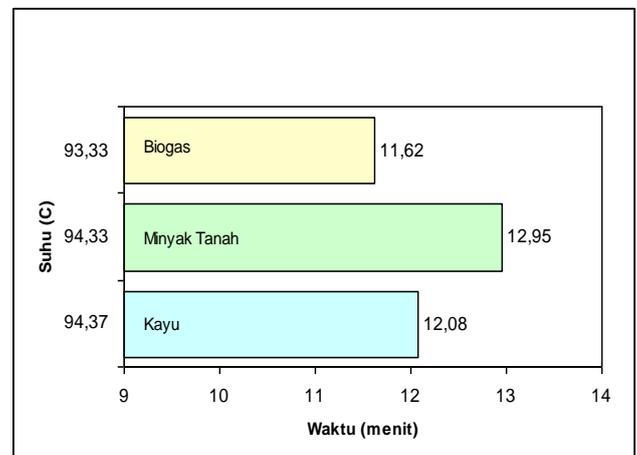
Panas kalor adalah energi yang ditransfer dari hasil pembakaran bahan bakar. Jumlah panas kalor yang ditransfer pada air yang digunakan sebagai media perpindahan panas, diukur volumenya, temperatur awal, temperatur pendidihan atau $Q = C \cdot \Delta T$ kkal.

Jumlah kalor yang diterima air sama dengan jumlah kalor yang ditransfer oleh panas pembakaran dalam satuan waktu tertentu. Makin cepat air mendidih makin banyak kalor yang ditransfer oleh panas pembakaran.

$$Q_{pembakaran} = Q_{pendidihan \text{ air}} \text{ (per satuan waktu).}$$

Jadi makin cepat pendidihan makin besar nilai panas pembakaran bahan bakar. Jadi waktu pendidihan 6 menit dari waktu pendidihan air yang dihasilkan oleh bahan bakar biogas dari *digester* Hilink-UNMER, lebih baik jika dibandingkan dengan biogas dari *digester* pembanding.

Massa jenis biogas dari Hilink-UNMER lebih besar dibandingkan biogas pembanding. Dengan demikian biogas dari *digester* Hilink UNMER lebih baik digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah, dan kayu (Gambar 4).



Gambar 4. Grafik Hubungan Waktu dan Bahan Bakar

Beberapa faktor yang mempengaruhinya *digester* Hilink UNMER menjadi lebih baik adalah konstruksi *digester*, dan bahan baku biogas, yaitu campuran kotoran ternak dan air. Faktor lain yang mempengaruhinya adalah temperatur lingkungan lebih terbuka dan proses biologi pengembangbiakan bakteri lebih baik.

Dengan demikian biogas yang dihasilkan dari *digester* Hilink UNMER diharapkan dapat dikembangkan untuk pengemasan dalam tabung, untuk konsumsi masyarakat sekitarnya. Analisis hitungan investasi pembuatan *digester* pembangkit biogas adalah sebagai berikut:

1. Nilai investasi pembangunan *digester* sebesar 60 juta rupiah.
2. Umur pemakaian diperkirakan 30 tahun.

Jadi investasi per tahun:

$$\frac{\text{Rp.60.000.000}}{30} = \text{Rp. 2.000.000,-}$$

Biaya investasi rata-rata per bulan:

$$\frac{\text{Rp.2.000.000}}{12} = \text{Rp. 167.000,-}$$

Biaya untuk 7 KK/bulan rata-rata:

$$\frac{\text{Rp.167.000}}{7} = \text{Rp. 23.857,-}$$

$$\approx \text{Rp. 25.000,-}$$

3. Jadi rata-rata tiap KK dengan investasi *digester* biogas rata-rata per hari antara Rp. 1.000,- s/d Rp. 2.000,-
4. Jika dibandingkan dengan penggunaan kayu bakar seharga Rp. 25.000,- per 60 kg, untuk 3 hari sehingga per hari biayanya menjadi:

$$\frac{\text{Rp.25.000}}{3} = \text{Rp. 8.000,-/hari}$$

Jadi dengan dibangun instalasi biogas per KK dapat menghemat Rp. 6.000,- s/d Rp. 7.000,- per hari. Hal ini sangat berarti bagi masyarakat di pedesaan Toyomerto, kota Batu.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini waktu tercepat untuk pendidihan 1 L air berasal dari *digester* HILINK yaitu 6,89 menit. Sedangkan waktu pendidihan dari biogas asal *digester* Dinas Pertanian 9,82 menit dan dari *digester* Swadaya Masyarakat 18,16 menit. Dengan demikian konstruksi *digester* HILINK yang digunakan sebagai pembangkit biogas lebih baik jika dibandingkan dengan *digester* yang ditetapkan sebagai pembanding. Waktu pendidihan yang dicapai oleh biogas yang digunakan sebagai bahan bakar lebih cepat jika dibandingkan dengan minyak tanah dan kayu bakar.

Berdasarkan perhitungan ekonomis bahwa, adanya instalasi biogas per KK dapat menghemat pengeluaran per hari sebesar Rp.6000,- sampai dengan Rp.7000,-. Keuntungan lainnya berupa pupuk organik padat dan cair yang berasal dari buangan *digester* sehingga masyarakat di Dusun Toyomerto Batu menjadi lebih sadar terhadap kebersihan lingkungan khususnya kandang ternak dan secara otomatis dapat mencegah kerusakan hutan, sebagai tempat pencarian kayu bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ditjen PPHP (2006). Biogas Skala Rumah Tangga, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Moertini, V. S. (2002). Energi Baru dan Terbarukan, Kajian Potensi dan Teknologi Konversinya, Sigma, Vol. 5, No. 1, Bulan Januari, ISSN : 1410-5888.
- Mudjito, N., (2007). Upaya Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak Menjadi Energi Alternatif, Laporan Program Hi-Link UNMER Malang.
- Satriyo (2007). Sumber Energi Baru yang Aman Dikonsumsi. Artikel Jawa Pos online. Bulan September.
- Sa'id, G. (1987). Bioindustri, Penerapan Teknologi Fermentasi, Jakarta.
- Silaban, M. (2007). Peluang Pemanfaatan Energi Terbarukan di Industri Dengan Menggunakan Termal Surya untuk Proses Pengeringan. *Poros*. 10 (4).
- Wariyanto (2007). Biogas Untuk Generator Listrik Rumah Tangga, Artikel Balai Penelitian Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Tangerang.